

# Yuri Denisyuk y el holograma por reflexión

*Augusto Beléndez Vázquez*

**Física para tod@s** (14/05/2017)

<https://blogs.ua.es/fisicateleco/2017/05/7501/>

El primer trabajo sobre holografía fue publicado por Dennis Gabor en 1948. Sin embargo, apenas diez años después, todos los que habían iniciado las primeras investigaciones sobre holografía ya habían decidido abandonarla completamente, incluido el propio Gabor que en su nuevo puesto como Professor en el Imperial College de Londres estaba estudiando problemas relacionados con la fusión nuclear al tiempo que escribía sobre las relaciones entre la ciencia y la sociedad. El equipo de la compañía británica de ingeniería eléctrica en la que Gabor realizó los primeros experimentos sobre holografía estaba ahora centrado en la mejora del diseño de sus microscopios electrónicos comerciales. Los físicos que en un principio se habían dedicado con entusiasmo a la técnica de Gabor estaban ahora en otros temas: Paul Kirkpatrick trabajaba en reflectores para telescopios de rayos X, Albert Baez y Gordon Rogers estaban centrados en su labor académica, mientras que Adolf Lohmann se dedicaba a la formulación matemática de ciertos problemas relacionados con el procesado óptico de imágenes.

Sin embargo, aproximadamente por esas fechas el concepto de reconstrucción del frente de onda estaba siendo reinventado en un contexto diferente. Un investigador que trabajaba de forma aislada estaba realizando una serie de estudios similares en el centro de investigación óptica más importante de la antigua Unión Soviética. Su nombre era Yuri Denisyuk (1927-2006), por aquel entonces científico del Instituto Estatal de Óptica Vavilov de Leningrado, y que inició la segunda investigación sobre holografía hacia 1958. Denisyuk desconocía el trabajo de Gabor, no sólo porque salvo al principio su éxito y difusión fueron muy limitados, sino porque era el periodo de la guerra fría y la transferencia de información, sobre todo científica, entre los dos grandes bloques, el este y el oeste, era prácticamente inexistente.

Yuri Nikolaevich Denisyuk nació el 27 de julio de 1927 en Sochi, en el Mar Negro, pero creció y estudió en Leningrado. En sus años en el colegio su sueño era trabajar en campos de la física fundamental como la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad, las cuáles atraían a los jóvenes de su tiempo. Sin embargo, tuvo que cambiar de planes y se licenció en el Departamento de Ingeniería Física del Instituto de Mecánica de Precisión y Óptica de Leningrado en 1954. Ese año, y bajo la supervisión de Alexander Elkin, comenzó a trabajar en el campo de la instrumentación óptica en el Instituto Estatal de Óptica Vavilov, en lo que él consideraba un trabajo aburrido relacionado con el desarrollo de dispositivos ópticos convencionales para la armada soviética. Denisyuk decidió doctorarse y desde 1958, Elkin le permitió dedicar parte de su tiempo a llevar a cabo investigaciones para que pudiera realizar la tesis doctoral bajo la dirección de Eugenii Iudin, otro colega del mismo laboratorio. Aunque Iudin falleció pocos meses después, durante los dos años y medio siguientes (de diciembre 1958 a junio 1961) Denisyuk fue capaz de continuar su tesis doctoral sin contar con un director de tesis y

bajo la única supervisión de Elkin, quien le proporcionaba un pequeño estipendio así como cierto material que le permitía seguir realizando las experiencias de laboratorio que el propio Denisyuk diseñaba.

En sus investigaciones iniciales sobre holografía Denisyuk se inspiró tras la lectura del libro de ciencia ficción *Star Ships* del escritor ruso Efremov. El propio Denisyuk escribió en una ocasión que uno de los episodios de este libro le impresionó profundamente. En éste, unos arqueólogos, mientras trabajaban en una excavación, encontraron accidentalmente una extraña placa. Tras limpiar su superficie, y detrás de una capa completamente transparente, apareció una cara mirándolos. La cara estaba aumentada por medio de algún procedimiento óptico, tenía tres dimensiones y un gran realismo, sobre todo en sus ojos. A Denisyuk se le ocurrió la idea de crear tales fotografías por medio de la óptica moderna, lo que años más tarde consiguió mediante lo que se conoce como holograma de reflexión. Este tipo de hologramas, que recibieron el nombre de su inventor, holograma de Denisyuk, presentan la propiedad de que su reconstrucción se hace con luz blanca. Esta nueva técnica estaba basada en el trabajo del físico francés Gabriel Lippman sobre fotografía en color realizados a finales del siglo XIX y por el cual obtuvo el premio Nobel de física en 1908. La técnica de Lippman consistía en proyectar la imagen creada por el objetivo fotográfico sobre una emulsión fotográfica de grano muy fino a la que había adosado una superficie de mercurio como espejo de modo que la luz reflejada en el espejo junto a la incidente da lugar a un patrón de ondas estacionarias. Los granos de plata se precipitan en los máximos de intensidad y se forman superficies que reflejan sólo la luz en una banda estrecha alrededor del color original, ya que sólo para este color las ondas difundidas en las superficies de Lippman se superponen en fase. Como dato anecdótico, esta técnica fotográfica de Lippman fue utilizada y desarrollada con éxito por nuestro premio Nobel de medicina, Santiago Ramón y Cajal, tal y como queda recogido en su libro *Fotografía de los colores* editado en Madrid en 1912. Ramón y Cajal fabricó sus propias placas fotográficas y en su libro da consejos y proporciona un método para obtener placas de espesor uniforme y buena sensibilidad.

Volviendo a la técnica propuesta por Denisyuk, éste hacía incidir las ondas objeto y referencia por las caras opuestas de la placa fotográfica formada por una lámina de vidrio en la que estaba depositada la emulsión fotosensible. Para ello situaba el objeto junto a una de las caras de la placa e iluminaba la otra cara con un haz de luz filtrado proveniente de una lámpara de mercurio. La onda luminosa, tras atravesar la placa, incide sobre el objeto y la onda reflejada por éste interfiere con la onda incidente dando lugar a un patrón de ondas estacionarias que puede ser fotografiado en la placa fotográfica. Esta placa, una vez revelada, se ilumina con un haz de reconstrucción de luz blanca y el objeto aparece en su posición original y del mismo color que el de la luz empleada en el registro (siempre que no haya variación en el espesor de la capa de la emulsión fotográfica). A partir de 1959 Denisyuk empezó a fabricar sus propias emulsiones fotográficas para que fueran capaces de registrar el patrón de ondas estacionarias y en 1962 anunció su descubrimiento que denominó fotografía de ondas y que hoy se conoce como holograma por reflexión.

Sin embargo, hay un aspecto importante que diferencia las ideas de Gabor y Denisyuk. Mientras que Denisyuk concibió sus estudios como el almacenamiento de un patrón de ondas estacionarias en todo el volumen de la emulsión fotográfica, es decir, un almacenamiento tridimensional, para Gabor se trataba del almacenamiento

bidimensional del diagrama interferencial en la superficie de la emulsión. Las fuentes luminosas que disponía Denisyuk eran lámparas de mercurio con una longitud de coherencia de unas pocas décimas de milímetro por lo que sus hologramas eran de objetos con poca profundidad como espejos convexos con grandes radios de curvatura. Más adelante Denisyuk señaló que lamentaba no haber pensado hacer uso de otros objetos con relieve como monedas, ya que en ese caso habría demostrado la posibilidad de utilizar su técnica para formar imágenes de objetos tridimensionales, lo que desde luego habría proporcionado un mayor éxito a sus investigaciones. Esto es una prueba de que en holografía la elección del objeto determina en muchas ocasiones el éxito de las investigaciones científicas y de los resultados artísticos.

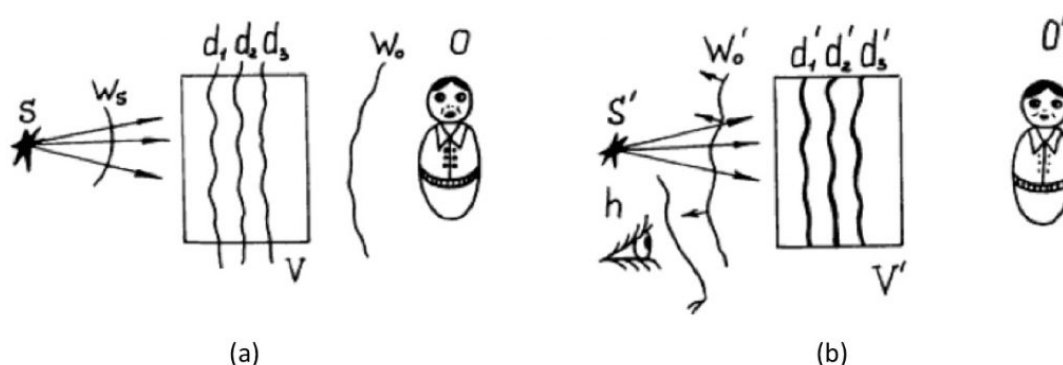


Denisyuk con su retrato holográfico. Créditos: SPIE.

Denisyuk publicó un primer artículo [“On reflection of the optical properties of an object in wavefield of radiation scattered by it”] sobre este tema en 1962 en una revista de la Unión Soviética y en ruso. Después de éste, publicó otros dos artículos incluyendo más resultados, pero tuvo dificultades para que fueran aceptados por los científicos rusos responsables de la revista. Tras completar su tesis doctoral en 1961, Denisyuk volvió a sus antiguas investigaciones sobre instrumentación óptica para la armada soviética como jefe de un nuevo laboratorio de investigación, de modo que sus oportunidades para continuar con su trabajo en la fotografía de ondas eran muy limitadas. Como el mismo señaló, la investigación en esta técnica languideció en la Unión Soviética en los años siguientes a 1961 y para sus contemporáneos la conexión de su trabajo con la reconstrucción del frente de onda de Gabor era marginal y además, ambos esquemas parecían estériles y sin posibles aplicaciones.

Sin embargo, la “fotografía de ondas” de Denisyuk, recibida al principio con gran escepticismo –cuando no con cierto menosprecio–, desempeñó un papel trascendental en la evolución futura de la holografía así como en algunas de sus aplicaciones más importantes. Sus investigaciones no fueron conocidas fuera de la Unión Soviética hasta finales de la década de 1960 y su posición cambió, como la de Dennis Gabor, gracias a los trabajos de Emmett Leith y Juris Upatnieks, aunque no fue hasta 1970 cuando sus contribuciones obtuvieron el reconocimiento mundial y Denisyuk recibió ese año el

Premio Lenin, la más alta distinción científica de la antigua Unión Soviética, siendo elegido miembro de la Academia de Ciencias de la URSS. En 1992 era galardonado con el R. W. Wood Prize, concedido por la Optical Society of America (OSA). La Academia de Ciencias de Hungría le concedió el International Dennis Gabor Award en 1993. Yuri Denisyuk falleció el 14 de mayo de 2006 en San Petersburgo.



(a) Registro y (b) reconstrucción de un holograma de reflexión (Y. N. Denisyuk, "My way in Holography", Leonardo, Vol. 25, No 5, 425-430, 1992. Dibujo original de Yuri Denisyuk).

## BIBLIOGRAFÍA

A. Beléndez, Holografía: ciencia, arte y tecnología (Lección inaugural, Universidad de Alicante, 2007). <http://hdl.handle.net/10045/9249>

A. Beléndez, "Holografía: Generalidades". Fundamentos de Óptica para Ingeniería Informática. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante (1996).

S. F. Johnston, Holographic Visions. A History of New Science (Oxford University Press, Oxford 2006).

M. Quintanilla, "Holografía, Ciencia y Arte", Revista de la Real Academia de Ciencias de Zaragoza", Vol. 60, 57-64 (2005).

"Gabriel Lippmann – Nobel Lecture: Colour Photography". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 21 Apr 2017.

S. Ramón y Cajal, Fotografía de los Colores. Bases Científicas y Reglas Prácticas (Prames, Zaragoza, 2007).

Y. N. Denisyuk, "My way in Holography", Leonardo, Vol. 25, No 5, 425-430 (1992).

Y. N. Denisyuk, "On reflection of the optical properties of an object in wavefield of radiation scattered by it", Optics and Spectroscopy, Vol. 15, pp. 522-532 (1962).

Y. N. Denisyuk y V. Gurikov, "Advancement of Holography, Investigations by Soviet Scientists", History and Technology, Vol. 8, No. 2, pp. 127-132 (1992).



Augusto Beléndez Vázquez (2017)